

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2003309994
PUBLICATION DATE : 31-10-03

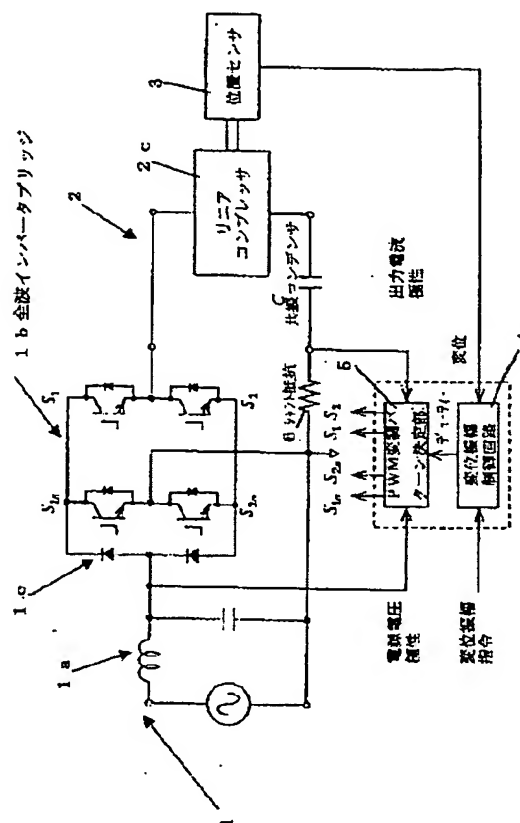
APPLICATION DATE : 12-04-02
APPLICATION NUMBER : 2002110119

APPLICANT : DAIKIN IND LTD;

INVENTOR : SAKAKIBARA KENICHI;

INT.CL. : H02P 7/00 F04B 35/04 F04B 49/06
H02M 5/293

TITLE : LINEAR COMPRESSOR DRIVE DEVICE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To achieve high-efficiency operation and expand the variable range of operation, and further achieve simplification of construction.

SOLUTION: The device includes an AC converter circuit section 1, a resonant circuit 2 comprising a linear compressor 2c and a resonant capacitor C, a position sensor 3 comprising a linear scale and the like, a displacement amplitude control circuit 4 that outputs duty, based on input of the displacement amplitude and displacement amplitude command output from the position sensor 3, and a PWM modulation pattern determining section 5, that uses as input the power supply voltage polarity, output current polarity, and duty.

COPYRIGHT: (C)2004,JPO

BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 交流変換回路(1)によりリニアコンプレッサ駆動用のリニアモータ(r)(L)および共振コンデンサ(C)に交流電圧を供給するリニアコンプレッサ駆動装置であって、

駆動電圧の位相遅れを抑制すべく交流変換回路(1)を制御する位相遅れ抑制手段(4)(4a)(5)(7)を含むことを特徴とするリニアコンプレッサ駆動装置、

【請求項2】 前記位相遅れ抑制手段(4)(5)は、位置センサ(3)の変位振幅と変位振幅指令との偏差に基づいてデューティーを算出する変位振幅制御手段(4)と、電源電圧の極性および出力電流の極性に基づいて交流変換回路(1)の各スイッチを制御する信号を出力する制御信号出力手段(5)とを含む請求項1に記載のリニアコンプレッサ駆動装置、

【請求項3】 前記位相遅れ抑制手段(4a)(5)(7)は、共振コンデンサ(C)の電位、出力電圧、出力電流、および変位振幅指令を入力とし、モータ機器定数を用いてデューティーを算出する変位振幅制御手段(4a)と、電源電圧の極性および出力電流の極性に基づいて交流変換回路(1)の各スイッチを制御する信号を出力する制御信号出力手段(5)と、電源電圧およびデューティーを入力として出力電圧を算出する出力電圧算出手段(7)とを含む請求項1に記載のリニアコンプレッサ駆動装置、

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明はリニアコンプレッサを駆動するために特に好適な駆動装置に関する。

【0002】

【従来の技術】圧縮機に対する高効率化の要求が高まる中で、冷蔵庫、空調機等への適用を想定したリニア圧縮機の検討がなされている。

【0003】このリニア圧縮機は、モータより直接的に往復運動が得られるため、機械的効率に優れているだけでなく、一定の運動周波数においても、ストローク制御により吐出量を可変させて能力制御できる特徴を有する。

【0004】さらに、モータとして適用されるリニア振動アクチュエータにばね共振を用いることにより、圧縮、膨張に必要な駆動力を不要とすることで入力電力が低減でき、更なる効率向上が期待できる。

【0005】リニアモータを駆動するための従来の駆動装置として、トライアックおよび共振コンデンサを用いる簡易駆動装置が提案されている(特開2000-145632号公報参照)。

【0006】この駆動装置については、特開2000-145632号公報において、数1に示す運動方程式、数2に示す電圧方程式により動作が説明されており、数2において駆動電圧を増加させると左辺の電流が増加

し、数1の左辺の変位が増加し、駆動電圧により変位が制御可能であることが記載されている。

【0007】

【数1】

$$M \frac{d^2 x}{dt^2} + K_r \frac{dx}{dt} + K_s x = K_f i - F_g$$

【0008】

【数2】

$$L \frac{di}{dt} + ri + \frac{1}{C} \int i dt = V - K_f \frac{dx}{dt}$$

【0009】なお、M：質量、 K_r ：摩擦定数、 K_s ：ばね定数、 K_f ：推力定数、 K_e ：速度起電力定数、 F_g ：圧縮力、 x ：変位、L：インダクタンス、r：抵抗、C：共振コンデンサ、V：駆動電圧、i：モータ電流

【0010】

【発明が解決しようとする課題】従来の駆動装置においては、位相制御により基本波電圧振幅を制御することによって、上述の動作を実現しているが、点弧角を遅らせることにより制御を行っているため、図1に示すように電源電圧に対して、基本波位相の遅れが発生する。また、駆動電圧とモータ電流の位相を一致させるために、共振コンデンサCが設けられているが、制御変位が大きい場合、駆動電圧の位相遅れにより、力率が大きく低下する問題がある。

【0011】入力力率を85%前後とする場合、図1を参照すれば、制御可能な電圧制御範囲は60%程度となり、位相制御角は90°程度が限界となる。

【0012】また、数1の運動方程式より、機械系の共振周波数fは数3で表される。

【0013】

【数3】

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K_s}{M}}, \quad K_s = K_m + K_g$$

【0014】なお、 K_g ：共振ばね定数、 K_e ：ガスばね定数

ここで、駆動電圧を下げることによりリニアコンプレッサの変位を小さくした場合には、例えば図2に示すように、ガスばねが増加し、数3において、共振周波数が上昇することになる。

【0015】また、図3は、数1、数2より得られる、駆動電圧に対する入力電流の伝達特性を示す図であり、共振周波数が上昇することにより、電流位相が遅れることが分かる。したがって、従来のリニアコンプレッサ駆動装置においては、位相制御による駆動電圧の位相遅れのみならず、ガスばねによる電流位相の遅れが加わり、入力力率が大きく低下するものと考えられる。

【0016】図4はこれまで述べた、位相制御によるリニアコンプレッサ駆動時における力率低下の問題について、コンプレッサ負荷時、抵抗負荷時の各々における入力力率の関係を示すことにより、明らかにする図である。

【0017】両者の特性を比較することにより、コンプレッサばね定数の影響により、能力可変時に力率低下が顕著となることが分かる。

【0018】ここでは、最大定格において制御位相0で共振動作が可能となるよう、定数を設定しているが、電源電圧変動を考慮すると、特に、電源電圧が低下した場合、変位が小さくなり能力が低下するため、制御位相に余裕を持つ必要がある。このため、製品ではさらに力率を低下させて動作させる必要があり、通常、製品に要求される85%程度の力率を確保するためには、能力可変範囲が著しく狭くなってしまうという問題がある。

【0019】数3で示したガスばねの共振周波数の変化については、図5に示すような、公知の単相インバータを用いて微小な周波数制御及び、振幅制御を行うことによって対応することが可能であるが、回路構成が複雑となるという新たな問題がある。

【0020】以上から分かるように、力率悪化は、位相制御による、駆動電圧の位相遅れ、およびガスばねによる共振周波数の変動に起因している。

【0021】また、交流振幅のみを可変する装置として、図6に示すように、双方向スイッチを用いて、降圧チョッパを構成し、強制転流により降圧動作を行うようにした交流チョッパ回路が一般に知られている。

【0022】双方向スイッチとしては、位相制御を前提とするトライアック等の自然転流素子が一般的であるが、消弧動作が不能であるため、ここでは適用することができない。このため、インバータの強制転流に利用される、単方向素子であるIGBT等にて構成するためには、図6のスイッチ部を単方向素子で置き換える必要があり、駆動電位が異なる他、ディスクリット構成を採らざるを得ず、回路構成が複雑化するという問題が生じる。

【0023】

【発明の目的】この発明は上記の問題点に鑑みてなされたものであり、高効率運転を実現して運転可変範囲を拡大し、しかも構成の簡単化を実現することができるリニアコンプレッサ駆動装置を提供することを目的としている。

【0024】

【課題を解決するための手段】請求項1のリニアコンプレッサ駆動装置は、交流変換回路によりリニアコンプレッサ駆動用のリニアモータおよび共振コンデンサに交流電圧を供給するものであって、駆動電圧の位相遅れを抑制すべく交流変換回路を制御する位相遅れ抑制手段を含むものである。

【0025】請求項2のリニアコンプレッサ駆動装置は、前記位相遅れ抑制手段として、位置センサの変位振幅と変位振幅指令との偏差に基づいてデューティを算出する変位振幅制御手段と、電源電圧の極性および出力電流の極性に基づいて交流変換回路の各スイッチを制御する信号を出力する制御信号出力手段とを含むものを採用するものである。

【0026】請求項3のリニアコンプレッサ駆動装置は、前記位相遅れ抑制手段として、共振コンデンサの電位、出力電圧、出力電流、および変位振幅指令を入力とし、モータ機器定数を用いてデューティを算出する変位振幅制御手段と、電源電圧の極性および出力電流の極性に基づいて交流変換回路の各スイッチを制御する信号を出力する制御信号出力手段と、電源電圧およびデューティを入力として出力電圧を算出する出力電圧算出手段とを含むものを採用するものである。

【0027】

【作用】請求項1のリニアコンプレッサ駆動装置であれば、交流変換回路によりリニアコンプレッサ駆動用のリニアモータおよび共振コンデンサに交流電圧を供給するに当たって、位相遅れ抑制手段によって、駆動電圧の位相遅れを抑制すべく交流変換回路を制御することができる。

【0028】したがって、インバータ汎用部品で主回路を構成することができ、回路構成を簡単化することができ、しかも、リニアコンプレッサを高効率に運転することができるとともに、運転可変範囲を拡大することができる。

【0029】請求項2のリニアコンプレッサ駆動装置であれば、前記位相遅れ抑制手段として、位置センサの変位振幅と変位振幅指令との偏差に基づいてデューティを算出する変位振幅制御手段と、電源電圧の極性および出力電流の極性に基づいて交流変換回路の各スイッチを制御する信号を出力する制御信号出力手段とを含むものを採用するのであるから、電源電圧が変動した場合であっても、ガスばねにより決定される力率特性を維持することができるほか、請求項1と同様の作用を達成することができる。

【0030】請求項3のリニアコンプレッサ駆動装置であれば、前記位相遅れ抑制手段として、共振コンデンサの電位、出力電圧、出力電流、および変位振幅指令を入力とし、モータ機器定数を用いてデューティを算出する変位振幅制御手段と、電源電圧の極性および出力電流の極性に基づいて交流変換回路の各スイッチを制御する信号を出力する制御信号出力手段と、電源電圧およびデューティを入力として出力電圧を算出する出力電圧算出手段とを含むものを採用するのであるから、位置センサを不要とすることができ、しかも、電源電圧が変動した場合であっても、ガスばねにより決定される力率特性を維持することができるほか、請求項1と同様の作用を

達成することができる。

【0031】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照して、この発明のリニアコンプレッサ駆動装置の実施の態様を詳細に説明する。

【0032】図7はこの発明のリニアコンプレッサ駆動装置の一実施態様（主回路構成）を示す電気回路図である。

【0033】ここでは、スナバ等の付加回路は省略しており、交流変換回路部1と、リニアモータ、Lおよび共振コンデンサCからなる共振回路2とで構成されている。

【0034】前記交流変換回路1は、LCフィルタ回路1a、通常の全波インバータブリッジ1b、および半波ダイオードブリッジ1cから構成されており、インバータ汎用部品にて構成できる。

【0035】次に、図7のリニアコンプレッサ駆動装置の動作原理について説明する。

【0036】図8は、交流変換回路1の電流、電圧波形、および各スイッチの動作モードを示す図であり、図9から図12は、各動作モードにおける素子の通電状態をそれぞれ示す図である。

【0037】交流チョッパは降圧形回路であるため、図8の波形に示すように入力側では電流が不連続、出力側では電圧が不連続となり、PWM制御により出力電圧が降圧される。

【0038】動作モードは、電流位相により、電圧、電流の極性が各々異なるI～IVのモードからなる。

【0039】動作モードIでは、電源電圧と電流の極性とが互いに異なるため、図8に示すようにスイッチ S_{1n} がPWM変調され S_1 ダイオード部とともに負荷を短絡し、オン状態にあるスイッチ S_2 と入力下側のダイオードとを通じて、電源に電力を回生する（図9参照）。

【0040】動作モードIIでは、スイッチ S_1 がPWM変調され入力上側のダイオードとともに負荷に電力を供給し、オン状態にあるスイッチ S_{2n} と S_2 ダイオード部とを通じて、還流動作を行う（図10参照）。

【0041】同様に、動作モードIIIでは、電源電圧と電流との極性が互いに異なるため、スイッチ S_{2n} がPWM変調され、 S_2 ダイオード部とともに負荷を短絡し、オン状態にあるスイッチ S_1 と入力上側のダイオードとを通じて、電源に電力を回生する（図11参照）。

【0042】動作モードIVでは、スイッチ S_2 がPWM変調され、入力下側のダイオードとともに負荷に電力を供給し、オン状態にあるスイッチ S_{1n} と S_1 ダイオード部とを通じて、還流動作を行う（図12参照）。

【0043】図13は、特開2000-145632号公報の装置（従来装置）によりリニアコンプレッサを駆動した場合、および図7の装置によりリニアコンプレ

ッサを駆動した場合の力率特性を示す図である、なお、両装置におけるばね定数を互いに等しく設定している

【0044】図13から分かるように、前述のように、機器力率の下限を0.85とした場合、従来装置では運転可変範囲は80～100%程度となる。一方、図7の装置においては、駆動電圧位相が電源電圧位相と等しくなるため、運転可変範囲が50～100%となり、運転可変範囲を30%程度広げることが可能となる。

【0045】また、PWMのデューティにより電源電圧に対応可能であるため、電源電圧が変動した場合においてもガスばねにより決定される力率特性を維持することが可能である。

【0046】次に、出力制御装置を説明する。

【0047】図14は位置センサを用いたリニアコンプレッサ駆動装置の他の実施態様を示すブロック図である。

【0048】この装置が図7の装置と異なる点は、リニアスケールなどからなる位置センサ3、位置センサ3から出力される変位振幅および変位振幅指令を入力としてデューティを出力する変位振幅制御回路4、電源電圧極性、出力電流極性、およびデューティを入力としてPWM変調パターン決定部5をさらに含む点である。なお、6はシャント抵抗、2cはリニアコンプレッサである。

【0049】この装置においては、位置センサ3の変位振幅と変位振幅指令との偏差に基づいて、変位振幅制御回路4によりPWMデューティを決定し、PWM変調パターン決定部5は、電源電圧および出力電流の各極性に基づき、図8に示す動作モードに対応させて各スイッチの駆動のためのゲート信号を出力し、電圧振幅を決定する。

【0050】また、図15は、出力電流、電源電圧検出値、および等価回路定数を用いて数2の関係に基づいて位置推定を行うリニアコンプレッサ駆動装置のさらに他の実施態様を示すブロック図である。

【0051】この装置が図14の装置と異なる点は、変位振幅制御回路4に代えて、コンデンサ電位、出力電流、出力電圧、および変位振幅指令を入力としてデューティを出力する変位振幅制御回路4aを採用した点、および電源電圧とデューティとに基づいて出力電圧を得る乗算部7をさらに含む点である。

【0052】数2を変形すると数4となる。

【0053】

【数4】

$$K_f \frac{dx}{dt} = V - \left(L \frac{di}{dt} + ri + \frac{1}{C} \int i dt \right)$$

数4において、右辺の第1項である駆動電圧Vは電源電圧、およびデューティより得られる値であり、右辺の

第2項はモータ機器定数、電源電流、およびコンデンサ電圧により求められる値である。また、左辺の速度起電力についても既知であるから、得られる速度を積分することにより、変位が推定できる。したがって、図15の変位振幅制御回路4aにより以上の推定演算を行ない、変位振幅指令との偏差により所要のデューティを出力する。ここで、PWM変調パターン決定部5の動作は図14の場合と同様である。

【0054】次いで、従来装置による電源高調波発生量と図14または図15の装置による電源高調波発生量とを対比する。

【0055】図16は、従来装置による位相制御時の入力波形、および電流高調波解析結果を示す図であり、図17は、図14または図15の装置による入力波形、および電流高調波解析結果を示す図である。なお、電源電圧：173V、入力電力：600W、従来装置の点弧角：40°、図14または図15の装置のデューティ：0.94である。

【0056】従来装置による位相制御時には、電流が点弧角により遮断されるため、図16に示すように、高調波電流発生量が大きく3、5、7次が顕著に表れている。一方、図14または図15のにおいては、入力電流は不連続であるが、LCフィルタにより十分平滑化されているので、電流リプルは少なく正弦波状である。この結果、高調波電流発生量を著しく低減できている。

【0057】ここでは、1シリンダ圧縮機による、推力の非対称性のために、両者ともに、偶数次が表れているが、発生量は僅かである。

【0058】したがって、以下の効果を奏する。

【0059】簡単な駆動装置でリニアモータを高力率に運転することができる。

【0060】電源電圧の変動に拘わらず、一定の入力力率を得ることができる。

【0061】インバータ汎用モジュール部品にて、交流チョッパ回路を用いた駆動回路を実現することができる。

【0062】交流直接変換方式を採用しているので、直流部を無くすることができ、寿命部品である大容量電解コンデンサを不要にでき、長寿命、低コストを実現できる。

【0063】電源を直接高周波にてスイッチングするため、位相制御を行う従来装置に比較して、電源高調波の発生量を低減することができる。

【0064】

【発明の効果】請求項1の発明は、インバータ汎用部品で主回路を構成することができ、回路構成を簡単化することができ、しかも、リニアコンプレッサを高効率に運転することができるとともに、運転可変範囲を拡大することができるという特有の効果を奏する。

【0065】請求項2の発明は、電源電圧が変動した場合であっても、ガスばねにより決定される力率特性を維持することができるほか、請求項1と同様の効果を奏する。

【0066】請求項3の発明は、位置センサを不要とすることができ、しかも、電源電圧が変動した場合であっても、ガスばねにより決定される力率特性を維持することができるほか、請求項1と同様の効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】位相制御時における基本波電圧、力率、および基本波電圧位相を示す図である。

【図2】制御変位とガスばね定数、駆動電圧との関係を示す図である。

【図3】共振周波数が60Hzである場合における、駆動電圧に対する電流の伝達特性を示す図である。

【図4】圧縮機負荷時、抵抗負荷時における位相制御の力率特性の一例を示す図である。

【図5】従来のリニアコンプレッサ駆動装置の一例を示す電気回路図である。

【図6】従来の交流チョッパ回路を示す電気回路図である。

【図7】この発明のリニアコンプレッサ駆動装置の主回路構成を示す電気回路図である。

【図8】図7のリニアコンプレッサ駆動装置の電流、電圧波形、各スイッチの動作モードを説明する図である。

【図9】動作モードIの動作を説明する図である。

【図10】動作モードIIの動作を説明する図である。

【図11】動作モードIIIの動作を説明する図である。

【図12】動作モードIVの動作を説明する図である。

【図13】従来の装置、図7の装置によりリニアコンプレッサを駆動した場合における力率特性を示す図である。

【図14】この発明のリニアコンプレッサ駆動装置の主回路を制御する構成の一例を示す図である。

【図15】この発明のリニアコンプレッサ駆動装置の主回路を制御する構成の他の例を示す図である。

【図16】位相制御時の入力波形、および電流高調波解析結果を示す図である。

【図17】図14または図15のリニアコンプレッサ駆動装置による制御時の入力波形、および電流高調波解析結果を示す図である。

【符号の説明】

1b 全波インバータブリッジ

2c リニアコンプレッサ

3 位置センサ

4、4a 変位振幅制御回路

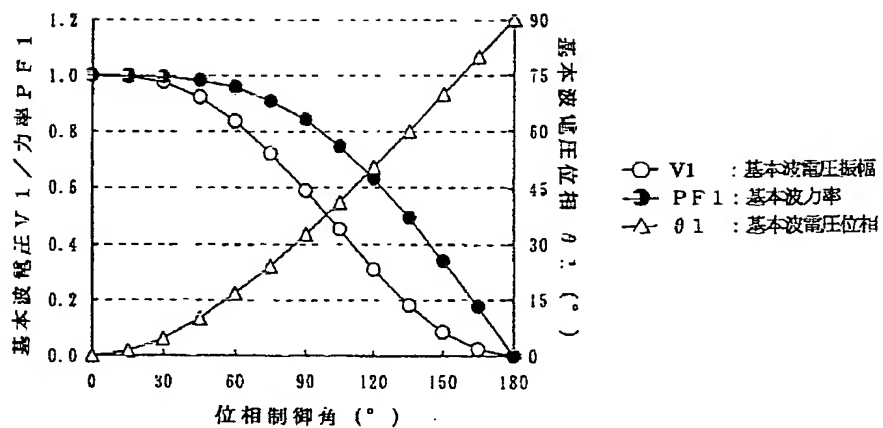
5 PWM変調パターン決定部

7 乗算部

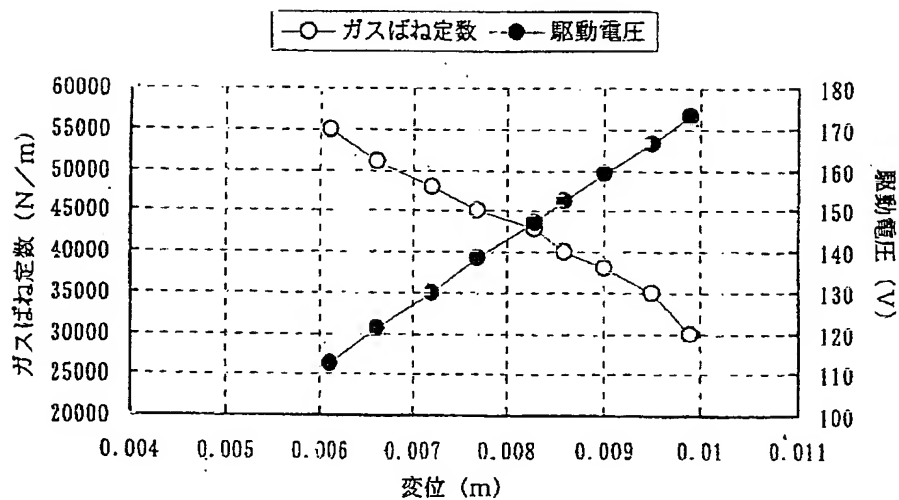
C 共振コンデンサ

r、L リニアモータ

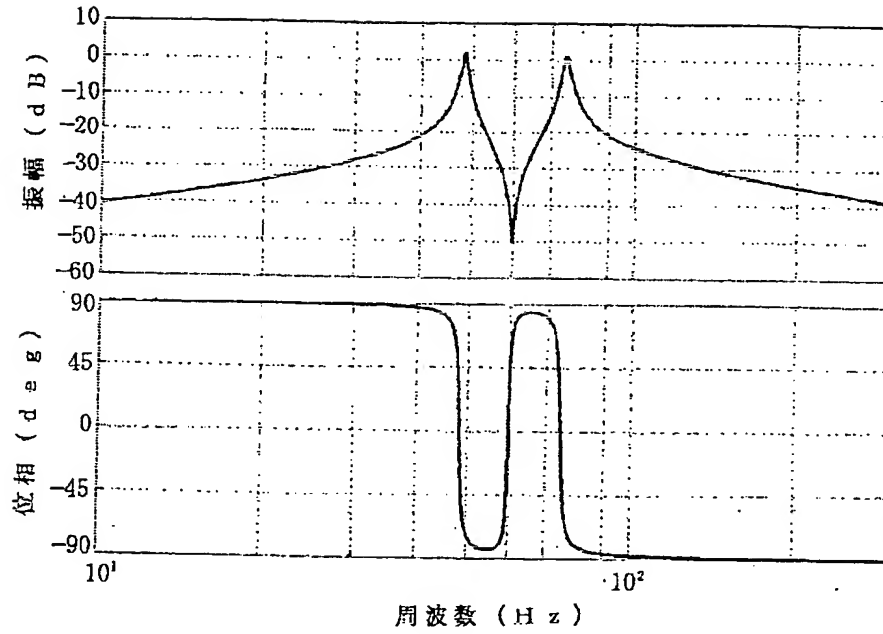
【図1】



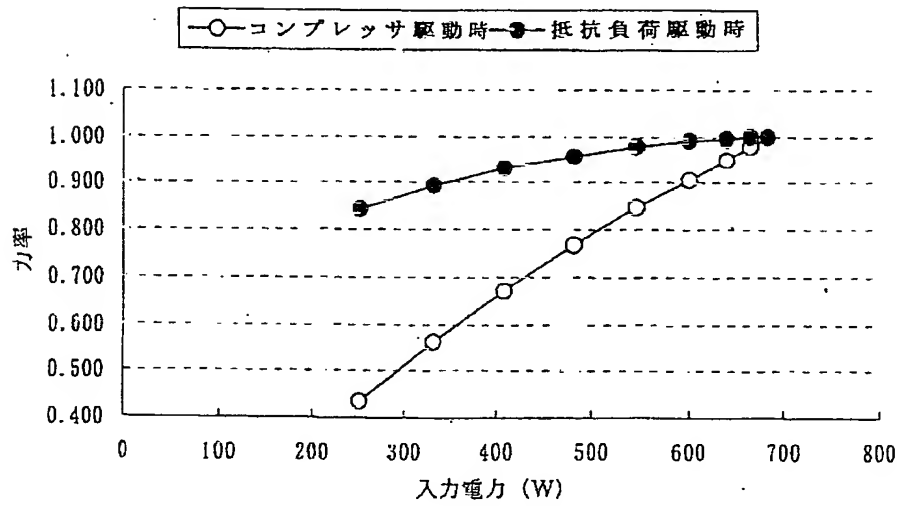
【図2】



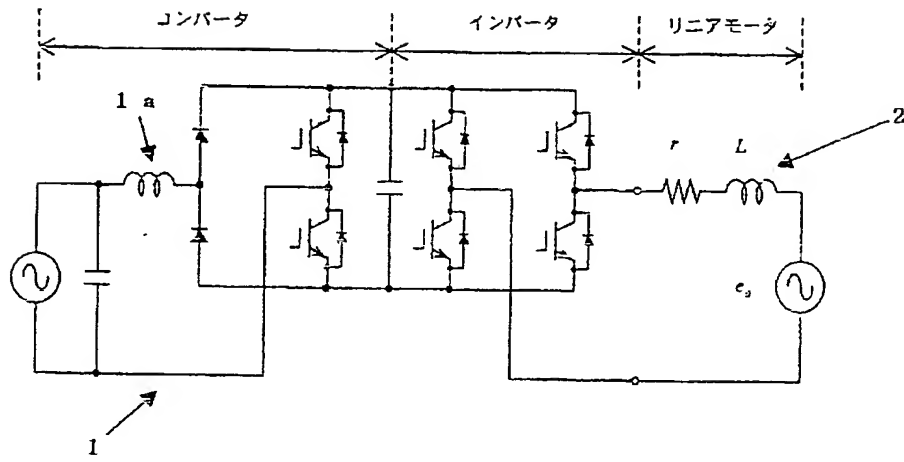
【図3】



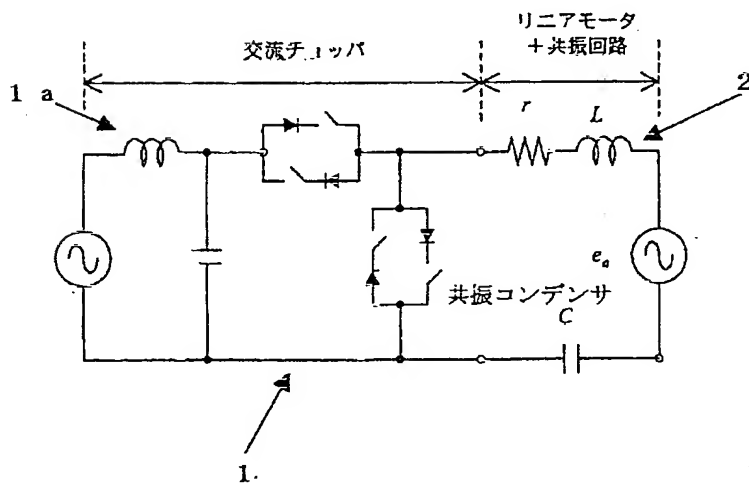
【図4】



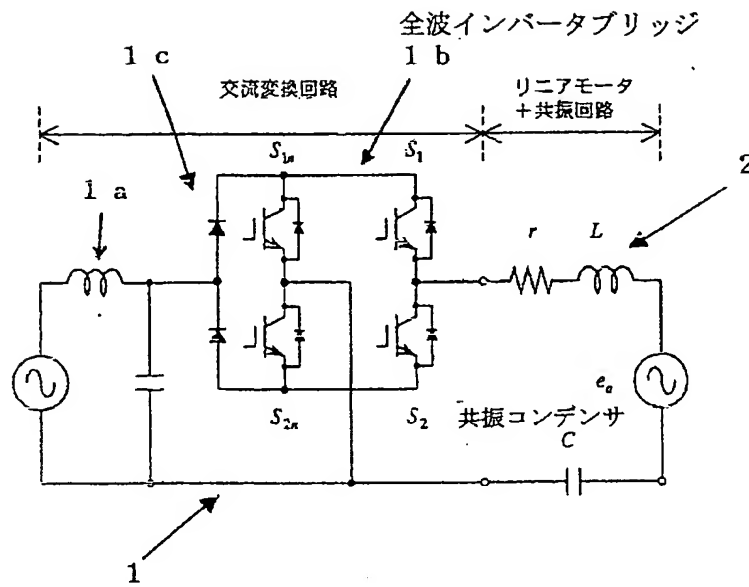
【図5】



【図6】

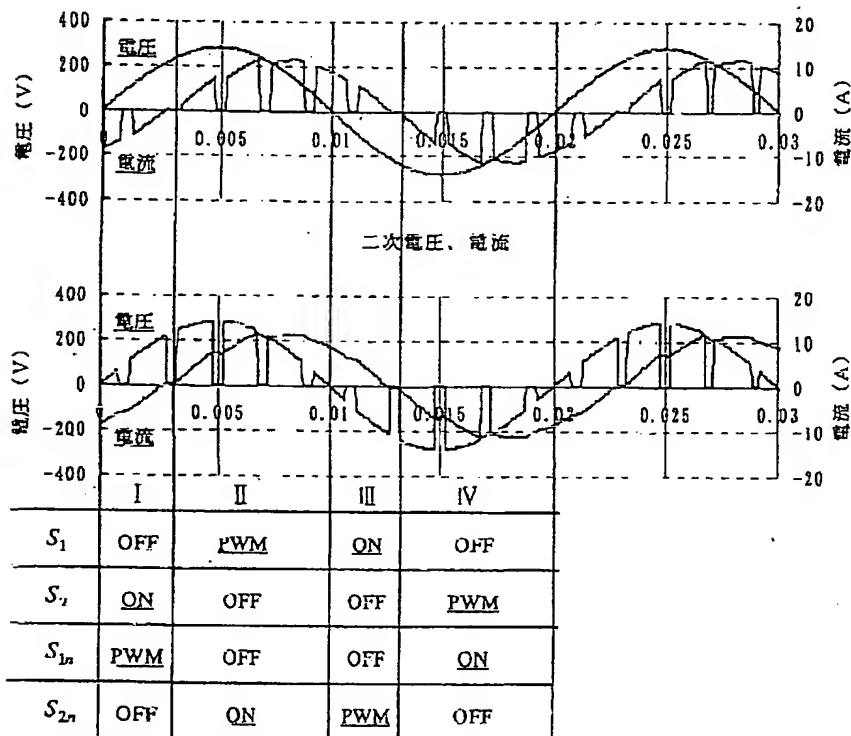


【図7】

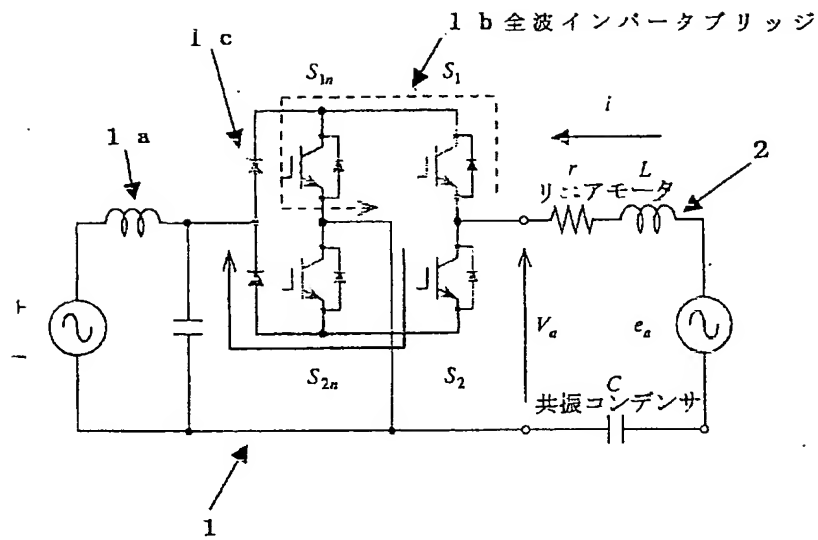


【図8】

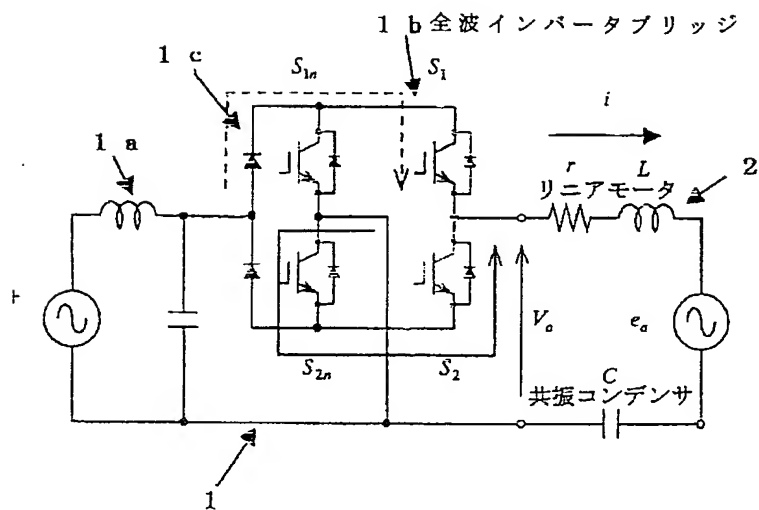
一次電圧、電流



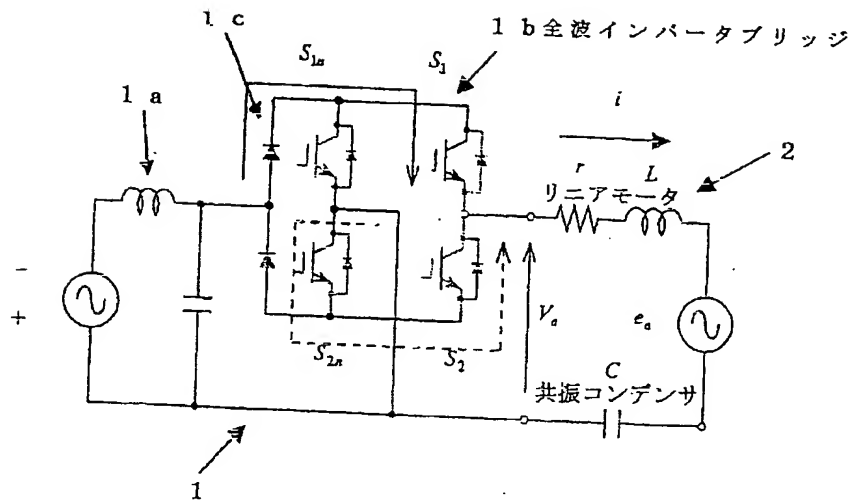
【図9】



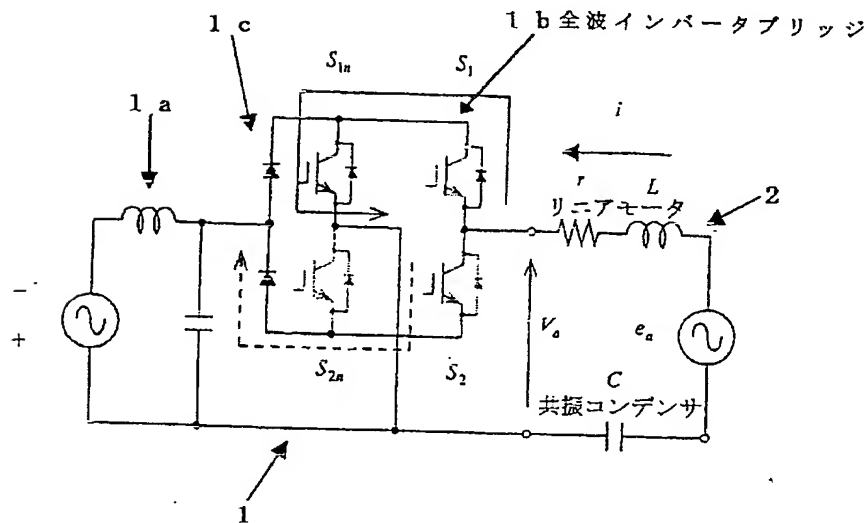
【図10】



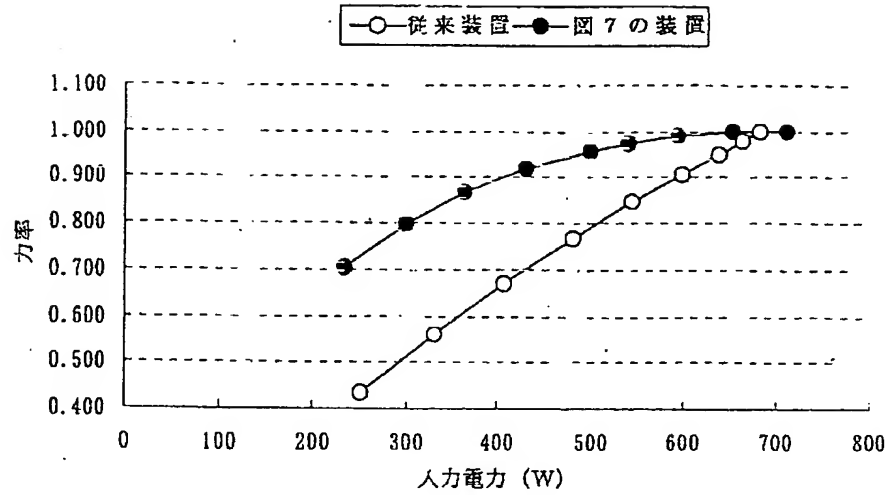
【図11】



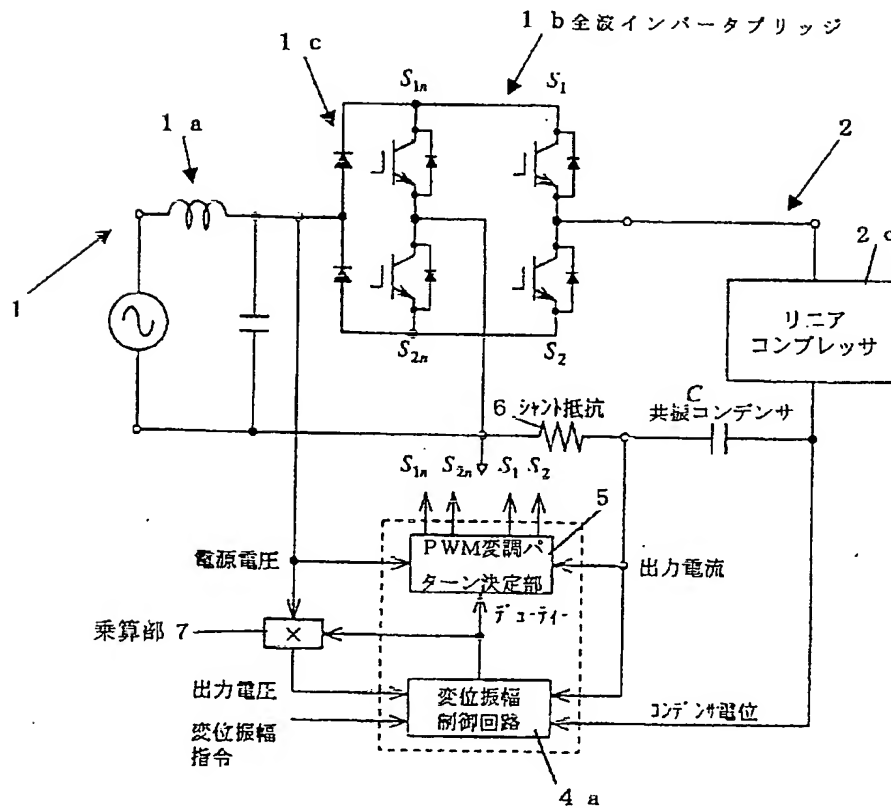
【図12】



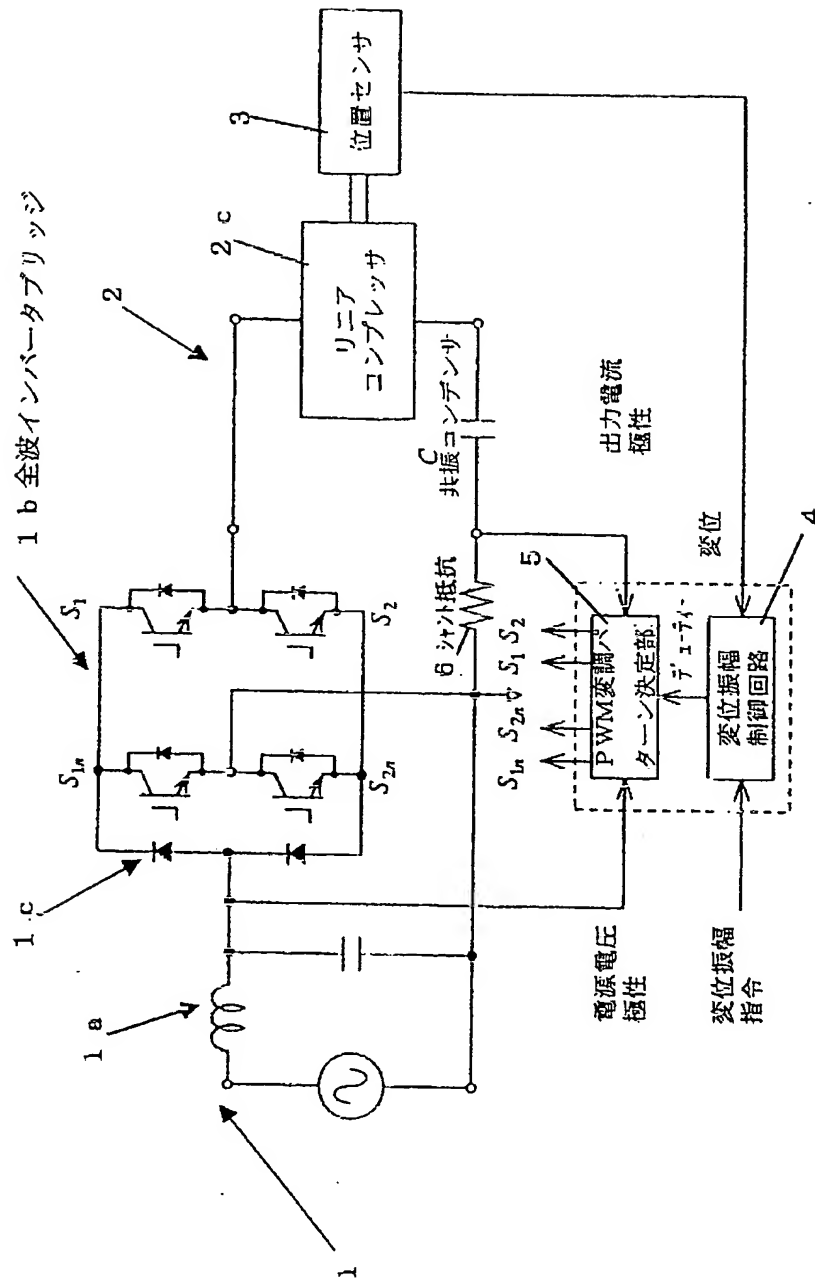
【図13】



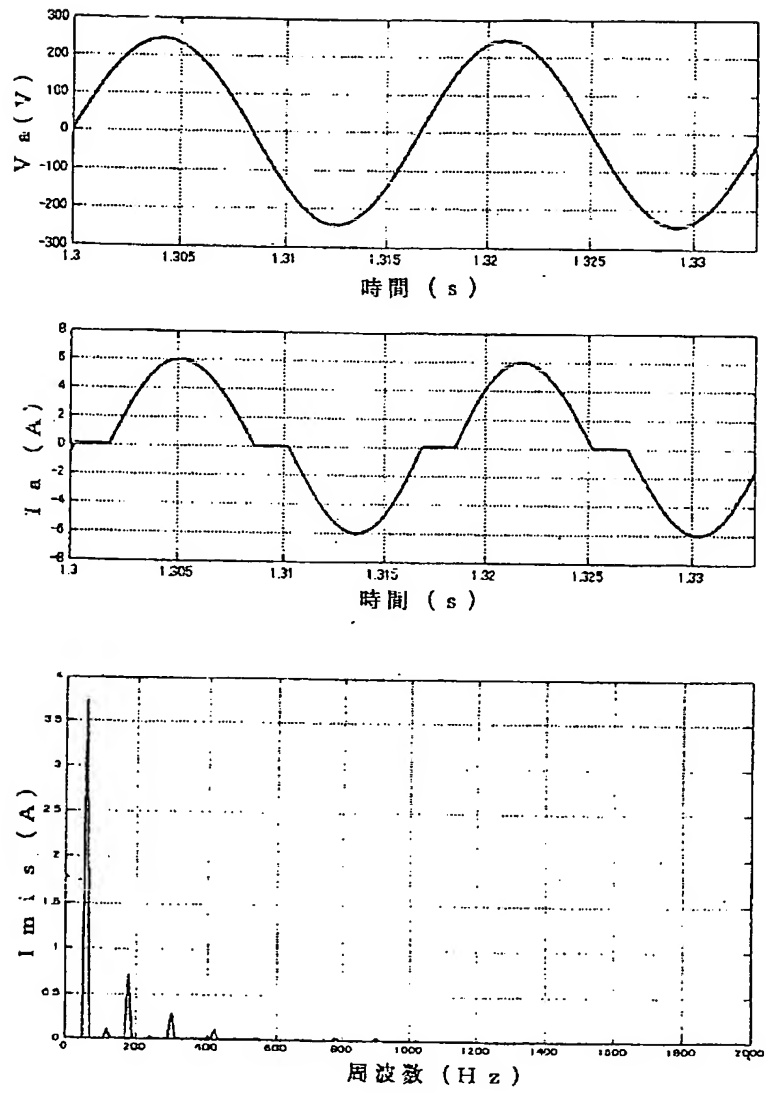
【図15】



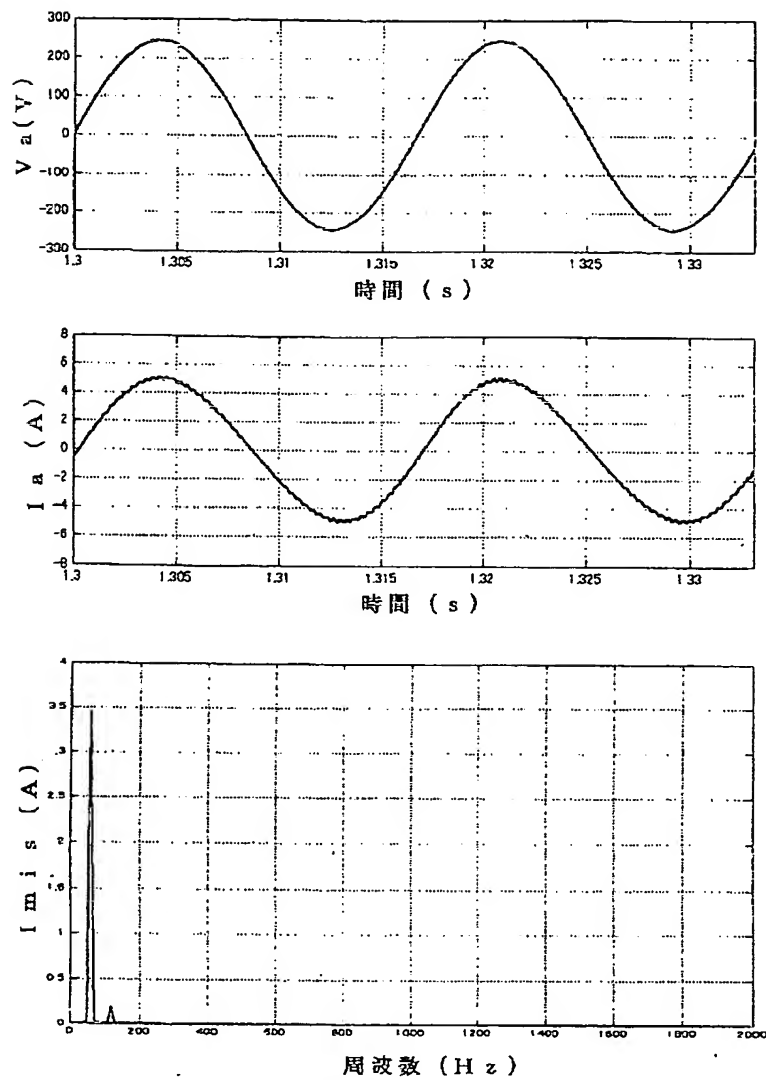
【図14】



【図16】



【図17】



フロントページの続き

F ターム(参考) 3H045 BA12 DA07 DA08
3H076 AA01 BB32 CC9S
5H540 AA10 EE05 EE08 FA12 FC02
FC03
5H750 AA10 BA01 BA05 CC02 CC06
DD26 EE04 FF02 FF07

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☒ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.